

# CONTENIDO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CENTRO DE MEDIOS  
BIBLIOTECA

4748

PREFACIO      xiii

UNA NOTA PARA LOS ESTUDIANTES      xix

## 1 ECUACIONES LINEALES EN ÁLGEBRA LINEAL      1

### Ejemplo introductorio: modelos lineales en economía e ingeniería      1

- 1.1 Sistemas de ecuaciones lineales      2
  - 1.2 Reducción por filas y formas escalonadas      13
  - 1.3 Ecuaciones vectoriales      27
  - 1.4 La ecuación de matrices  $Ax = b$       39
  - 1.5 Conjuntos solución de sistemas lineales      48
  - 1.6 Independencia lineal      58
  - 1.7 Introducción a las transformaciones lineales      66
  - 1.8 La matriz de una transformación lineal      76
  - 1.9 Los modelos lineales en negocios, ciencias e ingeniería      85
- Ejercicios suplementarios      95

---

## 2 ÁLGEBRA DE MATRICES 97

**Ejemplo introductorio: gráficos de computador en diseño de automóviles 97**

- 2.1 Operaciones de matrices 98
- 2.2 El inverso de una matriz 110
- 2.3 Caracterización de matrices invertibles 120
- 2.4 Matrices partidas 125
- 2.5 Factorizaciones de matrices 133
- 2.6 Soluciones iteradas de sistemas lineales 143
- 2.7 El modelo de Leontief de entrada-salida 148
- 2.8 Aplicaciones a los gráficos por computador 155
- 2.9 Subespacios de  $\mathbb{R}^n$  165
- Ejercicios suplementarios 177

---

## 3 DETERMINANTES 179

**Ejemplo introductorio: determinantes en geometría analítica 179**

- 3.1 Introducción a los determinantes 180
- 3.2 Propiedades de los determinantes 187
- 3.3 Regla de Cramer, volumen y transformaciones lineales 195
- Ejercicios suplementarios 206

---

## 4 ESPACIOS VECTORIALES 209

**Ejemplo introductorio: vuelos espaciales y sistemas de control 209**

- 4.1 Espacios vectoriales y sus subespacios 210
- 4.2 Espacios nulos, espacios columna y transformaciones lineales 220
- 4.3 Conjuntos linealmente independientes y bases 231
- 4.4 Sistemas de coordenadas 240
- 4.5 La dimensión de un espacio vectorial 250
- 4.6 Rango 257

- 4.7 Cambio de base 265
- 4.8 Aplicaciones a ecuaciones en diferencias 271
- 4.9 Aplicaciones a cadenas de Markov 282
- Ejercicios suplementarios 293

---

## 5 VALORES PROPIOS Y VECTORES PROPIOS 295

### **Ejemplo introductorio: sistemas dinámicos y lechuzas moteadas 295**

- 5.1 Vectores propios y valores propios 296
- 5.2 La ecuación característica 305
- 5.3 Diagonalización 313
- 5.4 Vectores propios y transformaciones lineales 321
- 5.5 Valores propios complejos 329
- 5.6 Sistemas dinámicos discretos 336
- 5.7 Aplicaciones a las ecuaciones diferenciales 347
- 5.8 Estimaciones iterativas para valores propios 357
- Ejercicios suplementarios 364

---

## 6 ORTOGONALIDAD Y MÍNIMOS CUADRADOS 367

### **Ejemplo introductorio: el reajuste del nivel de referencia norteamericano 367**

- 6.1 Producto interior, longitud y ortogonalidad 369
- 6.2 Conjuntos ortogonales 378
- 6.3 Proyecciones ortogonales 389
- 6.4 El proceso Gram-Schmidt 397
- 6.5 Problemas de mínimos cuadrados 404
- 6.6 Aplicaciones a modelos lineales 414
- 6.7 Espacios con producto interior 422
- 6.8 Aplicaciones de los espacios con producto interior 431
- Ejercicios suplementarios 439

---

## **7** MATRICES SIMÉTRICAS Y FORMAS CUADRÁTICAS 441

### **Ejemplo introductorio: procesamiento de imagen multicanal 441**

- 7.1 Diagonalización de matrices simétricas 443
- 7.2 Formas cuadráticas 450
- 7.3 Optimización restringida 458
- 7.4 La descomposición en valores singulares 466
- 7.5 Aplicaciones al procesamiento de imágenes y a la estadística 477
- Ejercicios suplementarios 485

### **Apéndices**

- A** Unicidad de la forma escalonada reducida A1
- B** Números complejos A3

### **Glosario A9**

### **Respuestas a ejercicios impares A21**

### **Índice I-1**

### **Referencias a las Aplicaciones R1**